

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PROJETOS DE IRRIGAÇÃO E CAPACITAÇÃO EM MANEJO  
DE ÁGUA PARA PRODUTORES DE HORTALIÇAS EM  
URUTAÍ, GOIÁS**

**GUILHERME VITOR BERTOLDO DE SIQUEIRA**

URUTAÍ – GO  
Fevereiro de 2024

# **GUILHERME VITOR BERTOLDO DE SIQUEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

**Orientadora:** Raiane Ferreira de Miranda

URUTAÍ – GO  
Fevereiro de 2024

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

S618p Siqueira, Guilherme Vitor Bertoldo de  
Projetos De Irrigação E Capacitação Em Manejo de  
Água Para Produtores De Hortaliças Em Urutaí, Goiás /  
Guilherme Vitor Bertoldo de Siqueira; orientadora  
Raiane Ferreira de Miranda. -- Urutaí, 2024.  
40 p.

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -- Instituto  
Federal Goiano, Campus Urutaí, 2024.

1. Recursos hídricos. 2. Eficiência de aplicação de  
água. 3. Comunidade. I. Miranda, Raiane Ferreira de,  
orient. II. Título.

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:    Não    Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:    /    /

O documento está sujeito a registro de patente?    Sim    Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?    Sim    Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local

/ /  
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 190/2024 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

**PROJETOS DE IRRIGAÇÃO E CAPACITAÇÃO EM MANEJO DE ÁGUA PARA PRODUTORES DE  
HORTALIÇAS EM URUTAÍ, GOIÁS**

**GUILHERME VITOR BERTOLDO DE SIQUEIRA**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Câmpus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado pela Comissão Examinadora em: 26 / 02 / 2024.

---

Prof.(a) Dr<sup>a</sup>. Raiane Ferreira de Miranda

Orientadora

---

Prof.(a) Me. Maria Rosa Alferes da Silva

Examinadora

---

Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

Examinador

Documento assinado eletronicamente por:

- Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/03/2024 15:17:47.
- Maria Rosa Alferes da Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 06/03/2024 14:32:52.
- Raiane Ferreira de Miranda, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 06/03/2024 13:42:10.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/03/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 580434

Código de Autenticação: 513e9a855e



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

## **AGRADECIMENTOS**

A DEUS, pela vida, saúde e força.

À minha família, meu pai, minha mãe e ao meu irmão, que me apoiaram durante o curso, me direcionaram colaborando de forma crucial na minha formação ao longo da vida.

À minha orientadora, professora e amiga, durante essa longa jornada, Raiane Miranda.

Aos meus amigos que me deram a oportuna chance de conviver com eles, em especial a três amigos que tenho para mim como irmãos: Geremias Machado, Hiago Faria e Vinícius Bernardo.

Ao Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, seu corpo docente, direção, administração, colegas e as pessoas que convivi nesse espaço durante minha formação acadêmica.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram e fizeram parte da minha formação, muito obrigado!

## RESUMO

A irrigação trouxe diversos avanços no que diz respeito à produção de hortaliças. Devido a elas necessitarem de condições e clima bem específicos para serem cultivadas, sendo o déficit hídrico o fator que mais influência na produção das mesmas, a irrigação busca usar de forma eficiente e econômica os recursos hídricos e financeiros, e aumentar a produção e disponibilidade desses produtos. Este trabalho traz a apresentação do projeto de extensão (Edital 08/2022), que foi proposto com o objetivo de contribuir e auxiliar a comunidade agrícola externa da instituição, com projetos e capacitação na área de irrigação, em especial, voltada para as hortaliças. A proposta consiste em realizar visitas às propriedades, com estudos das áreas a serem irrigadas posteriormente e das hortaliças cultivadas por esses produtores, a fim de oferecer capacitação, acompanhamento, elaboração e instalação gratuita em irrigação. Propondo assim, o maior aprendizado e prática dos discentes envolvidos no projeto, melhoria na produção, melhor aproveitamento dos recursos hídricos e financeiros e também capacitação dos produtores na forma de assistência técnica gratuita na área de irrigação, estreitando desta maneira a relação entre a instituição e a comunidade externa. Foram criadas artes gráficas para a divulgação do projeto, durante a I Semana de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, buscando o engajamento com a comunidade, participação em eventos de extensão e buscou mais parcerias para o campus, gerando melhorias para a produção de hortaliças.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos; eficiência de aplicação de água; comunidade.

## **ABSTRACT**

Irrigation has brought several advances with regard to vegetable production. Because they require very specific conditions and climate to be cultivated, with water deficit being the factor that most influences their production, irrigation seeks to efficiently and economically use water and financial resources, and increase the production and availability of these resources. products when the climate is not favorable for cultivation. This work presents the presentation of the extension project (Notice 08/2022), which was proposed with the aim of contributing and assisting the institution's external agricultural community, with projects and training in the area of irrigation, in particular, focused on vegetables. The proposal consists of carrying out visits to properties, with studies of the areas to be irrigated later and the vegetables grown by these producers, in order to offer training, monitoring, preparation and free irrigation installation. Proposing thus, greater learning and practice for students involved in the project, improvement in production, better use of water and financial resources and also training of producers in the form of free technical assistance in the area of irrigation, thus strengthening the relationship between the institution and the external community. Graphic arts were created to publicize the project, during the 1st Agricultural Engineering Week at the Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, seeking engagement with the community, participation in extension events and sought more partnerships for the campus, generating improvements to production of vegetables.

**Keywords:** Water resources; water application efficiency; community.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Evolução da área irrigada no Brasil e participação das regiões.....	16
Figura 2: Coeficiente de cultivo (Kc) para a cultura da alface.....	18
Figura 3: Cartaz para divulgação do projeto.....	19
Figura 4: Apresentação na 9ª Semana De Ciências Agrárias e 1ª Semana de Engenharia Agrícola.....	20
Figura 5: Tubo gotejador TYPHOOM PLUS™.....	22
Figura 6: Motobomba modelo BEW 32/8.....	32
Figura 7: Curva de desempenho da motobomba.....	32
Figura 8: Planta baixa hidráulica do projeto.....	34

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A IRRIGAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2 MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 PROJETO E MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4 EXIGÊNCIA HÍDRICA DA ALFACE.....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1 DIVULGAÇÃO DO PROJETO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2 MODELO DE PROJETO.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3 MEMORIAL DESCRITIVO.....</b>	<b>21</b>
<b>4.4 DIMENSIONAMENTO AGRONÔMICO.....</b>	<b>23</b>
<b>4.5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO.....</b>	<b>25</b>
<b>4.6 LISTA DE MATERIAIS E ORÇAMENTO.....</b>	<b>33</b>
<b>4.7 PLANTA BAIXA HIDRÁULICA DO PROJETO.....</b>	<b>34</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Braga (2017), a irrigação não pode ser entendida, unicamente, como um procedimento artificial para atender às condições do teor de água no solo visando melhorar a produção agrícola, mas para compreender o processo da produção até a comercialização. Sabendo disso, o adequado manejo de irrigação para o cultivo de hortaliças além de aumentar a produtividade e a qualidade dos alimentos produzidos, possibilita também o cultivo em épocas fora de safra.

No município e na região de Urutaí, no estado de Goiás, a agricultura familiar tem papel socioeconômico importante, com destaque aos pequenos agricultores e a produção de hortaliças, majoritariamente produção orgânica, utilizando-se dejetos de animais da própria propriedade e restos orgânicos de outras culturas para a fertilização do cultivo destas. A falta de assistência técnica a essa minoria, associada a falta de capacitação, faz com que muitas vezes o manejo do solo e da água possuam pouco ou nenhuma significância, o que compromete o aproveitamento eficiente destes recursos, e a produção das hortaliças.

A falta de manejo da água, conduz ao desperdício e escassez de recursos hídricos, estando também diretamente relacionada a isso a mobilidade de nutrientes, que podem permanecer na solução do solo e serem carreados ao longo do perfil do mesmo, diminuindo sua disponibilidade, (Garcia et al., 2015) devido as perdas por lixiviação (Ceretta et al., 2002), impossibilitando o cultivo de determinadas hortaliças. Além de mudanças no solo e na água no local de cultivo, a falta de manejo contribui para o emprego de mão-de-obra que poderiam ser evitadas em determinadas situações, gerando assim uma economia de tempo que poderia ser empregado em outras atividades da produção. Esses fatores todos somados acarretam numa oscilação da oferta e na diminuição da qualidade de hortaliças produzidas. Como consequência, os agricultores, que vendem seus produtos semanalmente na cidade, perdem parte de sua receita e os consumidores deixam de consumir determinadas hortaliças por não terem opção de compra.

Além das condições supracitadas, outra dúvida está presente na vida dos irrigantes: qual deve ser o momento ideal para se fazer a irrigação e também qual a quantidade necessária para suprir as necessidades da planta? De acordo com Braga

(2017), no caso das hortaliças cultivadas em condições de alta demanda evaporativa, ausência de chuva, solos de baixa fertilidade e textura arenosa, como ocorre no semiárido brasileiro e em parte do Cerrado, deve-se aplicar irrigações frequentes que podem variar de duas ou mais vezes por dia em hortaliças folhosas, ou em intervalos de dois a oito dias nas condições de cultivo com cobertura de solo, dependendo da capacidade de retenção de água do solo e do estágio de desenvolvimento.

No cultivo de hortaliças irrigadas, é necessário um investimento inicial para a implantação do projeto, no entanto, esse investimento irá retornar ao produtor assim que o projeto estiver em funcionamento e as primeiras colheitas forem realizadas na área irrigada. Contudo, a falta de instrução dos pequenos produtores rurais da região de Urutaí sobre irrigação e manejo da água, associada a falta de assistência técnica, ainda é um obstáculo à produção e oferta contínua de hortaliças no município.

No município de Urutaí, muitas famílias que residem em propriedades rurais, tem seu sustento proveniente das atividades lá desenvolvidas, destaca-se a produção de hortaliças, especialmente as folhosas, que são cultivadas em condições já apresentadas neste texto. Uma das principais áreas de atuação do Engenheiro Agrícola, é na engenharia de água e solo, atuando na elaboração de projetos de irrigação, e a partir desta proposta, disciplinas de irrigação, manejo de irrigação, projetos de irrigação, climatologia agrícola, puderam ser contempladas com oportunidades de práticas nessas áreas. Com essa proposta de extensão, discentes envolvidos no projeto, podem ter uma formação compromissada com a sociedade, uma vez que foram atuar em atendimento a uma demanda social do município.

Assim, esse estudo apresenta a proposta de extensão (Edital 08/2022) que teve como objetivo oferecer a elaboração de projetos de irrigação à produtores rurais de hortaliças, e oferecer capacitação para manejo adequado da água, visando economia e conservação de recursos hídricos, e treinamento de recursos humanos para atuar com produção de hortas irrigadas em Urutaí, Goiás.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE A IRRIGAÇÃO

Segundo Pereira & Maruyama (2009), com o crescimento da população mundial, cada vez mais a busca por alimentos e a necessidade de produzir alimentos de melhor qualidade se tornam exigências comuns da sociedade. A otimização de espaços e de sistemas de irrigação são fundamentais para o aumento da produção e da qualidade das hortaliças a serem produzidas. Além disso, a busca por uma alimentação mais saudável e de melhor qualidade impulsiona o crescimento da produção de hortaliças.

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020), diversos fatores contribuem para a necessidade de irrigação. Em regiões afetadas pela escassez contínua de água, como no Semiárido brasileiro, a irrigação é fundamental, ou seja, uma parte importante da agricultura só se viabiliza mediante a aplicação artificial de água. Em regiões afetadas por escassez em períodos específicos do ano, como na região central do País (entre maio e setembro), diversas culturas e a terceira safra viabilizam-se apenas com a aplicação suplementar de água nos meses secos, embora a produção possa ser realizada (sem ou com pouca irrigação) no período chuvoso (primeira e segunda safras).

Segundo dados da FAO (2020), o Brasil está entre os dez países com a maior área equipada para irrigação do mundo. Os líderes mundiais são a China e a Índia, com cerca de 70 milhões de hectares (Milhões de ha) cada, seguidos dos EUA (26,7 Milhões de ha), do Paquistão (20,0 Milhões de ha) e do Irã (8,7 Milhões de ha). O Brasil aparece na sexta posição com 8,2 Milhões de ha, seguido por países que possuem área entre 4 e 7 Milhões de ha, como Tailândia, México, Indonésia, Turquia, Bangladesh, Vietnã, Uzbequistão, Egito, Itália e Espanha.

De acordo com a ANA (2020), acerca dos dados citados anteriormente, apesar do destaque mundial, a irrigação no nosso País é considerada modesta frente ao potencial estimado, à área agrícola total, à extensão territorial e ao conjunto de fatores físico-climáticos favoráveis, inclusive a boa disponibilidade hídrica. Esse panorama é o oposto do verificado nos demais países líderes em irrigação, já que, de forma geral, estão mais próximos do esgotamento de seu potencial estimado.

Dentre os potenciais benefícios da irrigação, pode-se destacar: aumento da produtividade da ordem de 2 a 3 vezes em relação à agricultura de sequeiro; redução do custo unitário de produção; utilização do solo durante todo o ano com até três safras ao ano; utilização intensiva de máquinas, implementos e mão-de-obra; aplicação de agroquímicos e fertilizantes por meio do mesmo equipamento da irrigação (quimigação); aumento na oferta e na regularidade de alimentos e outros produtos agrícolas; atenuação do fator sazonalidade climática e dos riscos de produção associados; preços mais favoráveis para o produtor rural; maior qualidade e padronização dos produtos agrícolas; abertura de novos mercados, inclusive no exterior; produção de sementes e de culturas nobres; elevação da renda do produtor rural; regularidade na oferta de empregos; modernização dos sistemas de produção, estimulando a introdução de novas tecnologias; plantio direto com sementes selecionadas; e maior viabilidade para criação de polos agroindustriais (ANA & Embrapa, 2019).

Segundo Marouelli & Silva (1998), os métodos mais comumente empregados para o manejo da irrigação são os baseados no turno de rega calculado, no balanço e na tensão de água no solo. O método do turno de rega calculado, apesar de pouco criterioso, é um dos mais utilizados. Os métodos do balanço e da tensão de água no solo são mais eficientes e racionais para o controle da irrigação, além de relativamente práticos. Dessa maneira a forma como a água é distribuída é um fator que influencia a escolha de um método para o manejo da irrigação. Nesse sentido, Marouelli & Silva (1998), afirmam que no caso da distribuição de dias fixos o método do balanço de água no solo, a partir de um turno de rega fixo seria o mais indicado. Já em distribuição por demanda, as irrigações podem ser realizadas em regimes de frequência variada, por meio do método do balanço ou da tensão de água no solo.

Pereira & Maruyama (2009), citam que a utilização de complementação hídrica em culturas olerícolas é uma necessidade, mesmo na estação chuvosa, haja vista que tais culturas são bastante susceptíveis às deficiências hídricas, ocasionadas pela má distribuição das chuvas, tornando o manejo da água essencial para uma alta produção de hortaliças. Além disso, Segovia & Lopes (2004), afirmam que com o uso desta técnica objetiva-se fornecer água às plantas na quantidade certa e no momento certo e, para isso, é necessário que tanto na fase de planejamento do sistema de irrigação como durante o

manejo das regas no campo, sejam observados os fatores relacionados com o clima, o solo e as plantas cultivadas.

Complementando isso, Coelho (2014), afirma que é necessário, entretanto, capacitar esses produtores irrigantes, para fazer uso adequado da água retirada de fontes hídricas cada vez mais reduzidas, fornecendo aos agricultores familiares informações e conhecimentos básicos de sistemas de irrigação, considerando seu uso voltado para conservação de água, bem como informações sobre como usar a água para irrigação das plantas de modo a manter o solo com umidade suficiente para uma produção adequada com perdas mínimas de água.

Lima Júnior (2010), em seu experimento realizado com alface americana irrigada, constatou que com uma lâmina de água de 203,9 mm foi responsável por uma produtividade equivalente de 65.578 kg ha<sup>-1</sup>, já para a produtividade da cabeça comercial o ponto máximo foi atingido com a aplicação da lâmina de irrigação de 204,3 mm, resultando em uma produtividade para este parâmetro, de 35,308 kg ha<sup>-1</sup>, enquanto produções também irrigadas mas sem o manejo correto, produzem em torno 36,000 kg ha<sup>-1</sup> de produtividade e 24.000 kg ha<sup>-1</sup> para produtividade da cabeça comercial. Mesmo nos dois casos citados, ambos sendo irrigados, o ajuste no manejo da água contribui significativamente para o aumento da produção.

## 2.2. MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO

De acordo com Mantovani (2007), os métodos de irrigação estão divididos em: irrigação por superfície, irrigação por aspersão e irrigação localizada, que serão descritos abaixo;

A irrigação por superfície é um método mais antigo de irrigação em uso ( $\approx 6000$  anos), são sistemas geralmente não-pressurizados, em que a água é conduzida e distribuída sobre a superfície do solo por gravidade. Normalmente é necessária a sistematização do terreno para que este apresente condições adequadas de condução e distribuição da água.

O método de irrigação por aspersão consiste na água ser aspergida sobre as plantas ou na subcota, simulando uma precipitação natural. É um sistema pressurizado, necessitando, geralmente, de sistema de bombeamento, podendo ser feitos em sistemas móveis ou fixos.

O método de irrigação localizada apresenta sistemas mais recentes de irrigação onde a água é aplicada próxima à região radicular, em pequena intensidade e alta frequência. Apresenta elevado potencial de uso eficiente da água e de produtividade, com grande expansão em todo o Brasil. Possui como principal inconveniente a grande possibilidade de entupimento dos emissores quando não são feitas as operações de manutenção preventivas adequadas.

De acordo com Testezlaf (2011), para que a água seja aplicada às plantas pelos diferentes métodos descritos acima, atendendo as suas necessidades, é preciso fazer uso de diferentes sistemas de irrigação, que são definidos como o conjunto de equipamentos, acessórios, formas de operação e manejo, e que de forma organizada realizará o ato de irrigar as culturas.

Para Testezlaf (2011), os principais exemplos de sistemas de irrigação por superfície são:

- Irrigação por sulco, que consiste na inundação parcial da área a ser irrigada, acompanhando as linhas da cultura, e escoando por sulcos construídos na superfície do solo. O melhor exemplo de cultura que utiliza esse sistema no Brasil, principalmente no estado de São Paulo é a do tomate de mesa;

- Outro tipo de sistema para esse método é a irrigação por inundação, onde a água é aplicada sobre toda a área e se acumula na superfície do solo, como é predominante na cultura do arroz.

Para o método de irrigação por aspersão, existem uma grande variedade de sistemas no mercado que atendem as características deste método. Segundo Testezlaf (2011), os principais sistemas de irrigação por aspersão são:

- Sistema de irrigação por aspersão com linhas laterais fixas, no qual toda a área de cultivo é coberta por aspersores, permitindo a sua irrigação sem que haja a necessidade de mudanças de posição das tubulações. A água pode ser aplicada sobre toda a área simultaneamente, ou operada em setores em uma sequência de irrigação;

- Sistema de irrigação por aspersão com linhas laterais móveis, é um sistema onde, tanto a tubulação principal, as linhas laterais, como os aspersores são mudados de local

de funcionamento após cada irrigação. Este método é hoje o mais utilizado no Brasil, devido ao baixo custo inicial, porém requer maior quantidade de mão-de-obra no seu manejo quando comparado ao sistema fixo;

- Sistema de irrigação por aspersão com linhas laterais com aspersores móveis ou distribuição em malha, que se trata de um sistema que vem se popularizando na irrigação de pastagens é o sistema de aspersão com distribuição na forma de malha. Nesse sistema, as linhas laterais, de derivação e principal são fixas e enterradas, com os aspersores mudando de posição dentro da área a ser irrigada. Além das tubulações serem enterradas, o sistema exige a conexão entre duas linhas laterais adjacentes pela extremidade final, utilizando uma tubulação e duas curvas, formando um par de linhas laterais interligadas, chamado de malha;

- Sistema de pivô central, é basicamente uma linha lateral de aspersão móvel montada sobre um sistema de treliças e mantida a uma determinada altura do solo por torres de sustentação equipadas com rodas, que se movimentam ao redor de uma torre central ancorada. O comprimento dessa linha lateral se transforma no raio de uma área circular irrigada pelo sistema, podendo ser esse fixo ou rebocável;

- Sistema de pivô linear, é um sistema mecanizado de irrigação montado sobre rodas, similar aos equipamentos de pivô central. É constituído por uma linha lateral montada a partir de uma torre de controle localizada em uma das extremidades da área com duas ou quatro rodas. Diferentemente do pivô central, o sistema se desloca transversalmente sobre a cultura, monitorado por sistemas de alinhamento das torres móveis. Ao longo da área da cultura há um sulco de balizamento que serve de orientação para as rodas da torre de controle. O fornecimento de água ao sistema linear pode ser realizado de duas formas, utilizando um canal aberto posicionado na direção de deslocamento do sistema com o bombeamento feito na própria torre ou conectando a lateral por mangueiras a uma linha de recalque pressurizada.

- Autopropelido, foi desenvolvido para cobrir áreas onde a irrigação por aspersão convencional possui limitações operacionais e a irrigação por pivô central se torna antieconômica. Esse sistema de irrigação se caracteriza por apresentar um único aspersor

do tipo canhão montado sobre um suporte, que se desloca ao longo do terreno por ação hidráulica, enquanto distribui água de irrigação.

De acordo com Testezlaf (2012), a irrigação localizada se baseia no princípio da distribuição “localizada” da água, ou seja, ao invés de se irrigar toda área como outros métodos de irrigação, a água é aplicada somente próxima à região radicular das plantas, permitindo o seu melhor aproveitamento. A irrigação localizada permite a aplicação de um pequeno volume de água com alta frequência de aplicação. Pela importância econômica e de área irrigada, pode-se afirmar que a irrigação localizada é dividida nos seguintes sistemas:

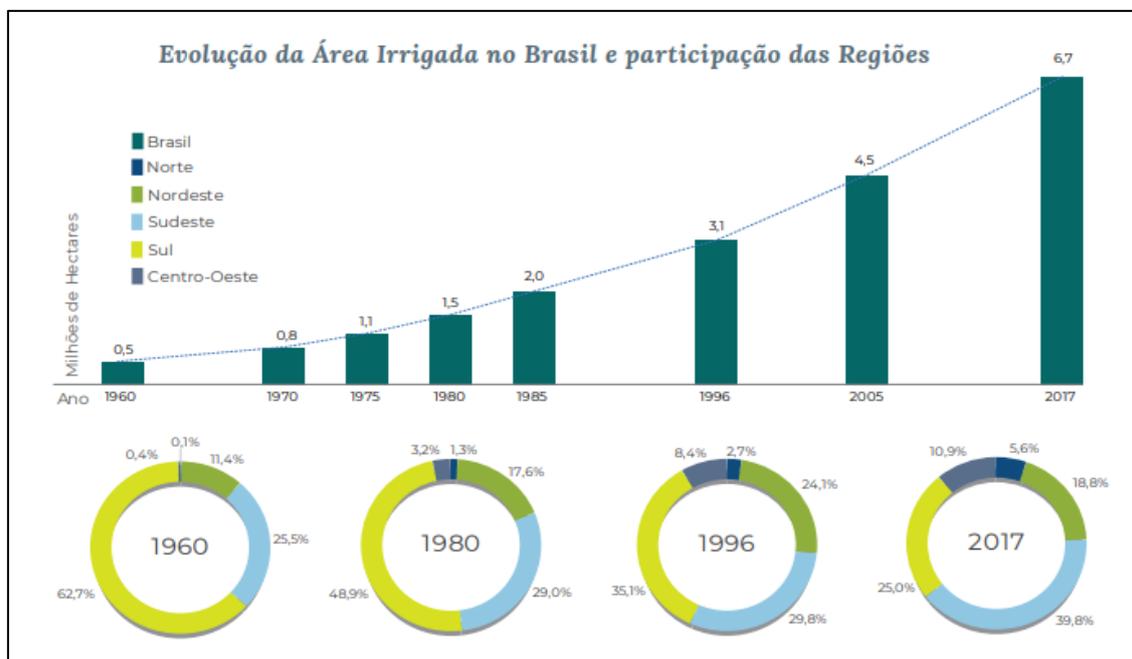
- Irrigação por gotejamento: compreende os sistemas onde a aplicação da água e de produtos químicos (quimigação) é realizada na forma de gotas por uma fonte pontual ou emissores denominados gotejadores, sobre ou abaixo do solo. Esses emissores operam com pressões de operação variando entre 5-20 mca e baixas vazões na ordem de 0,5 a 12 L h<sup>-1</sup>.

- Irrigação por micro aspersão: Esse sistema se caracteriza pela aplicação da água e de produtos químicos (quimigação), numa fração do volume de solo explorado pelas raízes das plantas, de forma circular ou em faixa contínua, realizada por micro aspersores, que são aspersores de pequenas dimensões. Nesse sistema, as pressões variam de 10 a 30 mca e as vazões de 50 a 200 L h<sup>-1</sup>.

Segundo Marouelli & Silva (1998), muito embora os sistemas de irrigação por aspersão sejam destacadamente os mais utilizados no Brasil, nenhum sistema pode ser considerado ideal para todas as condições e capaz de atender a todos os interesses envolvidos. As vantagens e desvantagens de cada sistema devem ser consideradas para cada caso específico, de modo a permitir a seleção daquele mais adequado para atender às necessidades requeridas para uma determinada condição. A escolha deve ser baseada na viabilidade técnica e econômica do projeto. Levando esses fatores em consideração, a viabilidade econômica do projeto a ser desenvolvido apresenta uma maior importância para a implantação do projeto.

Além disso, Mantovani (2007), afirma que a escolha do sistema mais adequado depende de uma série de fatores, destacando-se o tipo de solo, a topografia, o tamanho da

área, os fatores climáticos, os fatores relacionados ao manejo da cultura, o déficit hídrico, a capacidade de investimento do produtor e o custo.



**Figura 1:** Evolução da área irrigada no Brasil e participação das regiões. Fonte: ANA (2020)

Na Figura 1, está a apresentação da área irrigada no Brasil e a participação das regiões. De acordo com ANA (2020), embora todas as Unidades da Federação, e consequentemente todas as regiões, tenham ampliado suas áreas irrigadas nas últimas décadas, nota-se que os aumentos são mais expressivos em São Paulo, Minas Gerais, Tocantins e Bahia, além do próprio Rio Grande do Sul e, mais recentemente, em Goiás. A região Norte prossegue como região de baixo desenvolvimento da agricultura irrigada, com incrementos pouco expressivos. Tocantins é exceção, uma vez que ocorreram investimentos expressivos em perímetros públicos e áreas privadas nos últimos 30 anos, ultrapassando a marca de 120 mil ha irrigados e aumentando a participação da região para 5,6% em 2017.

### 2.3. PROJETO E MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Como já demonstrado neste estudo, para realizar a implementação de algum sistema de irrigação, deve-se ter determinado diversos parâmetros para a escolha do mesmo. Desta forma, se torna imprescindível um projeto de irrigação adequado para se obter a maior eficiência possível do sistema, obtendo assim, maior economia de água e energia elétrica, como também obter maiores resultados dentro da lavoura.

A preocupação com o uso eficiente da água na agricultura irrigada cresce proporcionalmente com o aumento da escassez de água de boa qualidade, agravando a competição entre os diversos setores que dela dependem.

De acordo com Marouelli (2011), as questões sobre o momento de irrigar e a quantidade de água a aplicar são básicas no manejo da água de irrigação. O manejo deve ser feito visando a fornecer água às plantas em quantidade suficiente para prevenir o estresse hídrico, favorecendo incremento de produtividade e qualidade da produção, e minimizar o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a degradação do meio ambiente. Isso envolve a decisão de irrigar em quantidades que possam ser armazenadas no solo, na camada correspondente à zona radicular, e em intervalos suficientes para atender à demanda de água das plantas.

Para Mantovani (2007), a resposta sobre a quantidade de água a ser aplicada passa pela definição da lâmina de irrigação necessária para o pleno desenvolvimento da cultura, que é denominado lâmina líquida de irrigação. A aplicação desta lâmina com os atuais sistemas de irrigação implica perdas, que variam com as características do sistema de irrigação, com as condições climáticas do momento da irrigação e com a cultura e seu estágio de desenvolvimento. Essas perdas ocorrem durante a aplicação pela evaporação direta e pelo arraste pelo vento, e também pela forma com que a água se distribui no solo, denominada uniformidade de irrigação.

Segundo Marouelli (2011), de maneira geral, as irrigações devem ser realizadas quando a deficiência de água na planta causar decréscimo acentuado em suas atividades fisiológicas e, conseqüentemente, afetar o seu desenvolvimento e a sua produtividade. Na prática, a decisão de quando irrigar é simplificada de acordo com cada caso particular ou estratégia de manejo adotada, sendo, muitas vezes, tomada com base na avaliação da deficiência de água no solo ou conjuntamente por meio de indicadores com base na planta, no solo e/ou na atmosfera.

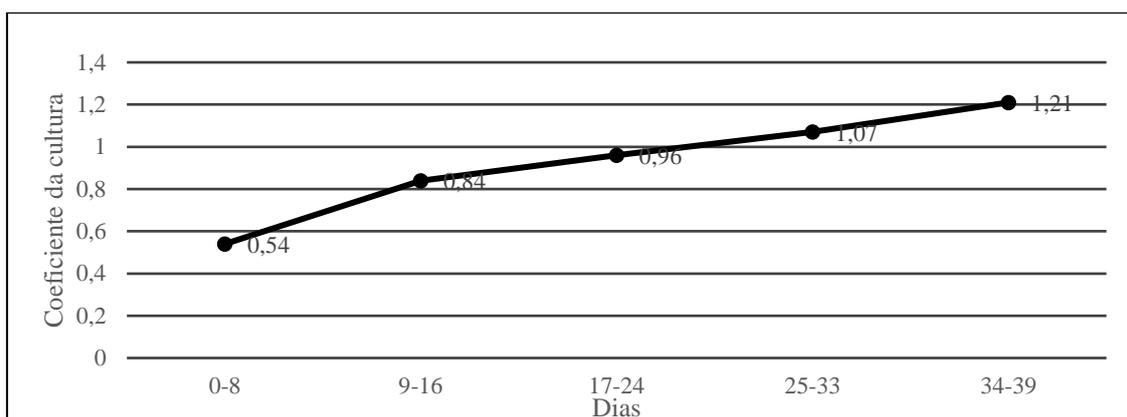
#### 2.4. EXIGÊNCIAS HÍDRICAS DA ALFACE

A alface por ser uma olerícola de ciclo curto e crescimento rápido necessita de oferta e disponibilidade de água no solo, exigindo manejo preciso da irrigação, devendo ser ainda mais cuidadoso em ambiente protegido, devido ao elevado custo de produção. As lâminas de irrigação vem para sanar essa necessidade, pois, a oferta em diferentes

quantidades de água em excesso ou em escassez afetam diretamente os processos fisiológicos envolvidos na produção vegetal. (Aguiar, et al., 2005)

As condições que determinam a necessidade de irrigações frequentes na planta são: raízes rasas, esparsas e de crescimento lento, maior desenvolvimento vegetativo ocorrendo em estações sem chuva, parte ou órgão colhido na forma de peso verde, ou seja, fresco. Para o clima, são características de alta demanda de evaporação e ausência de chuvas durante o período de crescimento da planta. Há influência também de solos rasos ou mal estruturados, de baixa aeração e de fertilidade e nutrientes concentrados na superfície do solo (Bernardo; et al., 2019).

A determinação do consumo de água de irrigação é fundamental para o manejo correto dos cultivos irrigados, e deve ser realizado entre outros aspectos levando em consideração a exigência hídrica da planta em cada fase do cultivo (Figura 2). Deste modo, a carência de água no solo limita a produtividade e reduz a qualidade dessa hortaliça, porém o excesso também pode ser maléfico a cultura devendo, portanto, ser encontrada a quantidade de equilíbrio. A reposição de água no solo, em quantidades adequadas e na hora certa é contundente para uma boa produção de hortaliças. A alface é uma olerícola muito sensível ao estresse hídrico. A irrigação definida adequadamente e associada a métodos de cultivo, melhoram a produtividade, a qualidade do produto final e garante um melhor rendimento ao empreendimento agrícola (Vieira et al., 2009).



**Figura 2:** Coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para cultura da alface. Fonte: Santana, 2016

De acordo com Santana (2016), as médias em períodos de 8 dias mostraram que o maior valor de  $K_c$  foi verificado nos dias próximos a colheita da cultura (1,21), conforme a figura 2. O menor valor de  $K_c$  foi de 0,54 para os primeiros 8 dias de cultivo da cultura da alface.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Na primeira etapa de desenvolvimento do projeto foi realizado a divulgação junto à comunidade para haver a seleção do público a ser atendido, por meio de cartazes impressos e mídias sociais (Figura 3).



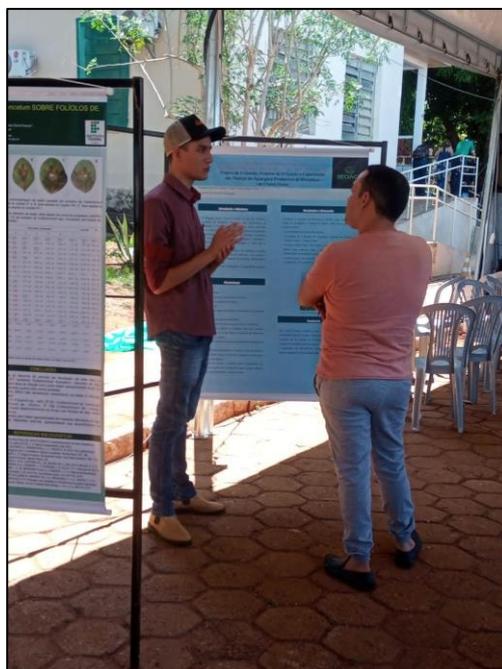
**Figura 3:** Cartaz para divulgação do projeto. Fonte: Autor, 2022

A proposta é que a seleção fosse feita por meio de visitas guiadas pelas propriedades interessadas em participar do projeto, seleção dos proprietários beneficiados, dimensionamento dos projetos agrônômicos e hidráulicos, apresentação dos projetos ao produtor, para que o mesmo possa decidir se irá ou não adotar a instalação do sistema de irrigação em seu cultivo. Em caso positivo, proceder-se ia a instalação do sistema de irrigação na propriedade produtora de hortaliças, treinamento dos beneficiários do projeto, a fim dos próprios produtores serem capazes de realizar o manejo e a manutenção do sistema de irrigação, realização de oficinas e palestras sobre a importância do projeto de irrigação para economia de água e energia elétrica, aumento da produtividade e manejo da água. Associado a isto, havia proposta de que os envolvidos participassem de eventos científicos e de extensão.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DIVULGAÇÃO DO PROJETO

Como principais resultados, obtivemos a participação em eventos científicos, como a 9ª Semana De Ciências Agrárias e a 1ª Semana de Engenharia Agrícola, que ocorreram entre os dias 24 a 27 de outubro de 2022 (Figura 4), na qual este projeto obteve o prêmio de 1º lugar. Também foi possível por meio deste projeto estreitar a relação entre o IF-Goiano e a comunidade externa, além de servir para divulgação do projeto, contribuir na conscientização do uso racional dos recursos hídricos, e oportunizar a experiência de extensão aos alunos e professores envolvidos.



**Figura 4:** Apresentação na 9ª Semana de Ciências Agrárias e 1ª Semana de Engenharia Agrícola. Fonte: Autor (2022).

E um modelo foi elaborado de projeto de irrigação localizada, que pode servir como manual para projetos futuros de como seriam entregues aos produtores.

### 4.2 MODELO DE PROJETO

A primeira etapa do projeto ficou concentrada no desenvolvimento de material gráfico e divulgação. Foi elaborado ainda, um projeto modelo para que seja referência aos projetos futuros que um produtor irá receber.

### 4.3 MEMORIAL DESCRITIVO

#### **Dados do projeto:**

Eficiência de aplicação: 90%

Número de gotejadores por planta (n): emissores dispostos entre as fileiras de plantas, sendo 1 gotejador para 2 plantas

Jornada de trabalho: 20 horas

#### **Dados do solo:**

Área: 0,5 ha

Solo: Areno-argiloso (Textura média)

Evapotranspiração de referência: 7 mm/dia

#### **Dados da cultura:**

Cultura: Alface

Cultivar: *Lactuca sativa* L. (Alface americana)

Ciclo da cultura: 40 a 45 dias

Turno de rega (TR): 1 dia

Coefficiente de cultura: 1,21 (Fonte: Santana, 2016)

Espaçamento da cultura: 0,3x0,3m

Localidade: Urutaí/GO

#### **Dados do tubo gotejador:**

Marca: TYPHOON PLUS™ – Netafim (Figura 5)

Modelo: 16150

Vazão: 1,1 l/h

Diâmetro externo: 16,96mm

Diâmetro interno: 16,2mm

Espessura de parede: 0,38mm

Pressão de trabalho: 20 mca

Espaçamento entre gotejadores: 0,3m



**Figura 5:** Tubo gotejador TYPHOON PLUS™ . Fonte: Catálogo Netafim

#### 4.4 DIMENSIONAMENTO AGRONÔMICO

- **Cálculo da porcentagem de área molhada (P)**

Área representada por planta:  $0,3 \times 0,3 = 0,09\text{m}^2$

Diâmetro molhado:  $a + bq$

Diâmetro molhado:  $0,7 + 0,11 * 1,1 = 0,821 \text{ m}$

a e b são constantes empíricas em razão da textura do solo

Área molhada por planta:  $0,821 * 0,09 = 0,073\text{m}^2$

$$P = \frac{100 * AM}{AC}$$

$$P = \frac{100 * 0,073}{0,09}$$

$P = 82,1\%$

- **Evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>)**

$ET_{pc} = ET_0 * KC$

$ET_{pc} = 7 * 1,21$

$ET_{pc} = 8,47\text{mm/dia}$

- **Evapotranspiração na área irrigada pelo emissor (ET<sub>g</sub>)**

$$ET_g = ET_{pc} * \frac{P}{100}$$

$$ET_g = 8,47 * \frac{82,1}{100}$$

$ET_g = 6,95\text{mm/dia}$

- **Lâmina real necessária (LRN)**

$LRN = ET_g * TR$

$LRN = 6,95 * 1$

$LRN = 6,95\text{mm}$

- **Lâmina total necessária (LTN)**

$$LTN = \frac{LRN}{Ea}$$

$$LTN = \frac{6,95}{0,9}$$

$$LTN = 7,72 \text{ mm}$$

- **Tempo de funcionamento em faixa contínua (T)**

$$T = \frac{LTN * Eg * EL}{q}$$

$$T = \frac{7,72 * 0,3 * 0,3}{1,1}$$

$$T = 0,63 \text{ h}$$

- **Número de unidades operacionais (N)**

$$N \leq \frac{TR * JT}{T}$$

$$N \leq \frac{1 * 4}{0,63}$$

$$N \leq 6,32 \text{-----} 6 \text{ unidades operacionais}$$

- **Nova jornada de trabalho (JT)**

$$N \leq \frac{TR * JT}{T}$$

$$6 \leq \frac{1 * JT}{0,63}$$

$$JT \leq 3,79 \text{ h}$$

#### 4.5 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

- **Cálculo diâmetro interno (DI)**

$$D_i = D_e - 2 \cdot (e)$$

$$D_i = 16,96 - 2 \cdot 0,38$$

$$D_i = 16,2 \text{ mm ou } 0,0162 \text{ m}$$

- **Cálculo da linha lateral**

Setor 6

Comprimento da linha lateral = 31,25m

Espaçamento entre emissores = 0,3m

Número total de emissores por linha lateral  $31,25/0,3 = 107$  gotejadores

$h_f = 20\% P_S$

$h_{f_{\text{máx}}} = 4 \text{ mca}$

$q = 1,1 \text{ l/h}$

$Q_l = n \cdot q$

$Q_l = 107 \cdot 1,1$

$Q_l = 117,7 \text{ l/h ou } 0,0000326 \text{ m}^3/\text{s}$

- **Fator de múltiplas saídas (f)**

$$f = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m-1}}{6n^2}$$

$$f = \frac{1}{1,852+1} + \frac{1}{2 \cdot 107} + \frac{\sqrt{1,852-1}}{6 \cdot 107^2}$$

$f = 0,355$

- **Perda de carga na linha lateral (hfLL)**

$$hf_{LL} = 10,643 \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \cdot f$$

$$hf_{LL} = 10,643 * \frac{31,25}{0,0162^{4,87}} * \left( \frac{0,0000326}{140} \right)^{1,852} * 0,355$$

$$hf_{LL} = 0,033 \text{ mca}$$

Atende ao critério de dimensionamento  $0,033 < 4$

- **Pressão de entrada na lateral (Pin)**

$$Pin = PS + \frac{3}{4} * hf_{LL}$$

$$Pin = 20 + \frac{3}{4} * 0,033$$

$$Pin = 20,02 \text{ mca}$$

- **Cálculo da linha de derivação do setor 6**

Vazão setor 6

Número de gotejadores no setor 6 x vazão do gotejador

$$5564 * 1,1 = 5178,8 \text{ l/h ou } 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$L = 26,67 \text{ m}$$

$$n = 44$$

$$hf = 4 - 0,033 = 3,96 \text{ mca}$$

- **Fator de múltiplas saídas (f)**

$$f = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m-1}}{6n^2}$$

$$f = \frac{1}{1,852+1} + \frac{1}{2*44} + \frac{\sqrt{1,852-1}}{6*44^2}$$

$$f = 0,362$$

- **Diâmetro da linha de derivação**

$$hf = 10,643 * \frac{L}{D^{4,87}} * \left( \frac{Q}{C} \right)^{1,852} * f$$

$$7,96 = 10,643 * \frac{57,29}{D^{4,87}} * \left( \frac{0,0014}{140} \right)^{1,852} * 0,362$$

$$D = 0,024 \text{ m ou } 24,4 \text{ mm}$$

Foi adotado diâmetro comercial para tubo de PVC soldável de 35 mm, onde o diâmetro externo é de 38,1 mm, espessura de parede de 1,2mm. Marca Amanco. PN - 40

$$D_i = D_e - 2 \cdot (e)$$

$$D_i = 38,1 - 2 \cdot (1,2)$$

$$D_i = 35,7 \text{ mm ou } 0,0357 \text{ m}$$

- **Perda de carga na linha de derivação (hfLD)**

$$hfLD = 10,643 \cdot \frac{L}{D^{4,87}} \cdot \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852 \cdot f}$$

$$hfLD = 10,643 \cdot \frac{57,29}{0,0357^{4,87}} \cdot \left(\frac{0,0014}{140}\right)^{1,852 \cdot 0,362}$$

$$hfLD = 0,66 \text{ mca}$$

- **Cálculo da linha principal**

$$L = 60 \text{ m}$$

$$v = 1,5 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014}{\pi \cdot 1,5}}$$

$$D = 0,0349 \text{ m ou } 34,9 \text{ mm}$$

Foi adotado diâmetro comercial para tubo de PVC soldável de 35 mm, onde o diâmetro externo é de 38,1 mm, espessura de parede de 1,2mm. Marca Amanco. PN - 40

$$D_i = D_e - 2 \cdot (e)$$

$$D_i = 38,1 - 2 \cdot (1,2)$$

$$D_i = 35,7 \text{ mm ou } 0,0357 \text{ m}$$

- **Perda de carga na linha principal (hfLP)**

$$hfLP = 10,643 * \frac{L}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}$$

$$hfLP = 10,643 * \frac{60}{0,0357^{4,87}} * \left(\frac{0,0014}{140}\right)^{1,852}$$

$$hfLP = 4,13 \text{mca}$$

- **Cálculo da sucção**

**Perda de carga na linha de sucção (hfLS)**

$$L = 20 \text{m}$$

$$Q = 0,0014 \text{m}^3/\text{s}$$

Foi utilizado o primeiro diâmetro imediatamente superior da principal, então diâmetro comercial de PVC soldável de 50mm, onde o diâmetro externo é de 50,5mm, espessura de parede de 1,2mm. Marca Amanco. PN - 40

$$Di = De - 2*(e)$$

$$Di = 50,5 - 2*(1,2)$$

$$Di = 48,1 \text{mm ou } 0,0481 \text{m}$$

$$hfLS = 10,643 * \frac{L}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}$$

$$hfLS = 10,643 * \frac{20}{0,0481^{4,87}} * \left(\frac{0,0014}{140}\right)^{1,852}$$

$$hfLS = 0,322 \text{mca}$$

- **Perdas nas conexões (Pe) 10% das outras perdas**

$$Pe = (hfLL + hfLD + hfLP + hfLS) * 0,1$$

$$Pe = (0,033 + 0,66 + 4,12 + 0,322) * 0,1$$

$$Pe = 0,51 \text{mca}$$

$$\text{Perdas nos filtros} = 7 \text{mca}$$

$$\text{Perdas nas eletroválvulas} = 11,8 \text{mca}$$

$$H_{floc} = 0,51 + 7 + 11,8$$

$$H_{floc} = 19,31 \text{ mca}$$

- **Pressão no cavalete (PiLD)**

Desnível de 3,5%

$$26,67/100 \cdot 3,5 = 0,93 \text{ mca}$$

$$P_{iLD} = P_{iN} + h_{fcd} \pm h_{gLD}$$

$$P_{iLD} = 20,02 + 0,033 + 0,93$$

$$P_{iLD} = 21,62 \text{ mca}$$

- **Pressão máxima de projeto (H)**

$$H = P_{iLD} + h_{fLP} + h_{gLP} + h_{fLS} + h_{gLS} + h_{floc}$$

$$H = 21,62 + 4,12 + 2,1 + 0,32 + 0,7 + 19,31$$

$$H = 48,18 \text{ mca}$$

- **Cálculo da linha principal – novo cálculo PN60**

Como a pressão máxima de projeto ultrapassou 40mca, o tubo de PN40 não irá suportar a pressão, dessa maneira será realizado um novo cálculo com PN60.

$$L = 60 \text{ m}$$

$$v = 1,5 \text{ m/s}$$

$$Q = 0,0014 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0014}{\pi \cdot 1,5}}$$

$$D = 0,0349 \text{ m ou } 34,9 \text{ mm}$$

Foi adotado diâmetro comercial para tubo de PVC soldável de 50 mm, onde o diâmetro externo é de 50,5 mm, espessura de parede de 1,4mm. Marca Amanco. PN - 60

$$D_i = D_e - 2*(e)$$

$$D_i = 50,5 - 2*(1,4)$$

$$D_i = 47,7 \text{mm ou } 0,0447 \text{m}$$

### **Perda de carga na linha principal (hfLP)**

$$hfLP = 10,643 * \frac{L}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}$$

$$hfLP = 10,643 * \frac{60}{0,00477^{4,87}} * \left(\frac{0,0014}{140}\right)^{1,852}$$

$$hfLP = 1 \text{mca}$$

- **Cálculo da sucção**

$$L = 20 \text{m}$$

$$Q = 0,0014 \text{m}^3/\text{s}$$

Foi utilizado o primeiro diâmetro imediatamente superior da principal, então diâmetro comercial de PVC soldável de 75mm, onde o diâmetro externo é de 75,5mm, espessura de parede de 2,1mm. Marca Amanco. PN- 60.

$$D_i = D_e - 2*(e)$$

$$D_i = 75,5 - 2*(2,1)$$

$$D_i = 71,3 \text{mm ou } 0,0713 \text{m}$$

$$hfLS = 10,643 * \frac{L}{D^{4,87}} * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852}$$

$$hfLS = 10,643 * \frac{20}{0,0713^{4,87}} * \left(\frac{0,0014}{140}\right)^{1,852}$$

$$hfLS = 0,048 \text{mca}$$

- **Perdas nas conexões (Pe) 10% das outras perdas**

$$Pe = (hfLL + hfLD + hfLP + hfLS) * 0,1$$

$$Pe = (0,033 + 0,66 + 1 + 0,047) * 0,1$$

$$Pe = 0,17 \text{mca}$$

Perdas nos filtros= 7mca

Perdas nas eletroválvulas= 11,8mca

Hfloc= 0,17+7+11,8

Hfloc= 18,97mca

- **Pressão do cavalete (PiLD)**

Desnível de 3,5%

$26,67/100 * 3,5 = 0,93\text{mca}$

$PiLD = PIN + hfcd +/- hgLD$

$PiLD = 20,02 + 0,033 + 0,93$

$PiLD = 21,62\text{mca}$

- **Pressão máxima de projeto (H)**

$H = PiLD + hfLP + hgLP + hfLS + hgLS + hfloc$

$H = 21,62 + 1 + 2,1 + 0,047 + 0,7 + 18,97$

$H = 44,45\text{mca}$

- **Escolha da bomba**

Pressão de projeto= 44,45mca

Vazão de projeto= 5,17m<sup>3</sup>/h

Potência do motor

$Pot = 1000 * h * q / (75 * n)$

$Pot = 1000 * 44,45 * 0,0014 / (75 * 0,6)$

$Pot = 1,46\text{cv}$

Potência com folga

$Potfolga = pot * 1,55$

$Potfolga = 2,19\text{cv}$

Potência comercial= 3cv

Marca: IMBIL

Linha/modelo: BEW 32/8 (Figura 6)

Rotação: 1750 rpm

Diâmetro do rotor: 118mm

Rendimento: 46,11%

Potência necessária para o acionamento da bomba: 2,45cv

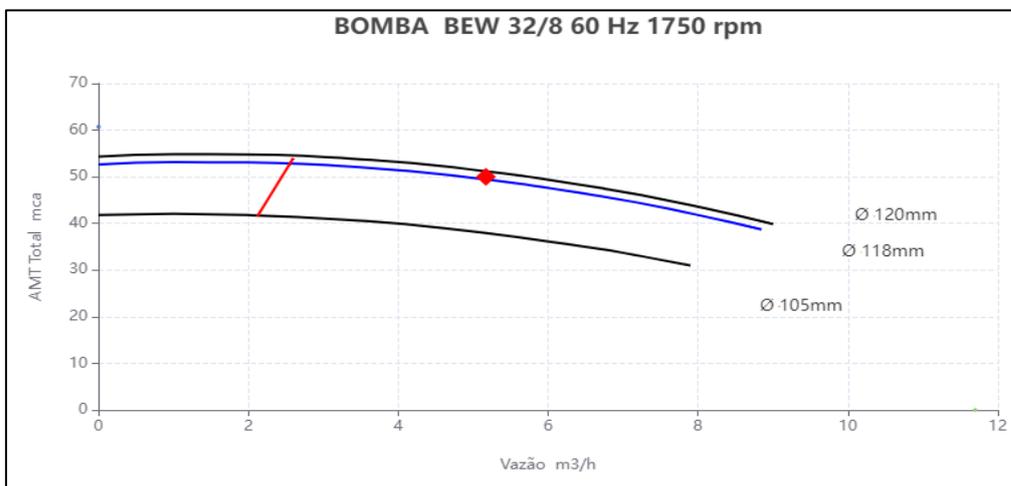
NPSH r: 1,51mca

Diâmetro de entrada da bomba: 40mm

Diâmetro de saída da bomba: 25m



**Figura 6:** Motobomba modelo BEW 32/8. Fonte: Catálogo eletrônico IMBIL



**Figura 7:** Curva de desempenho. Fonte: Catálogo eletrônico IMBIL.

## 4.6 LISTA DE MATERIAIS E ORÇAMENTO

**Tabela 1:** Lista de material e orçamento para instalação do projeto técnico de irrigação por sistema de gotejamento para cultura da alface.

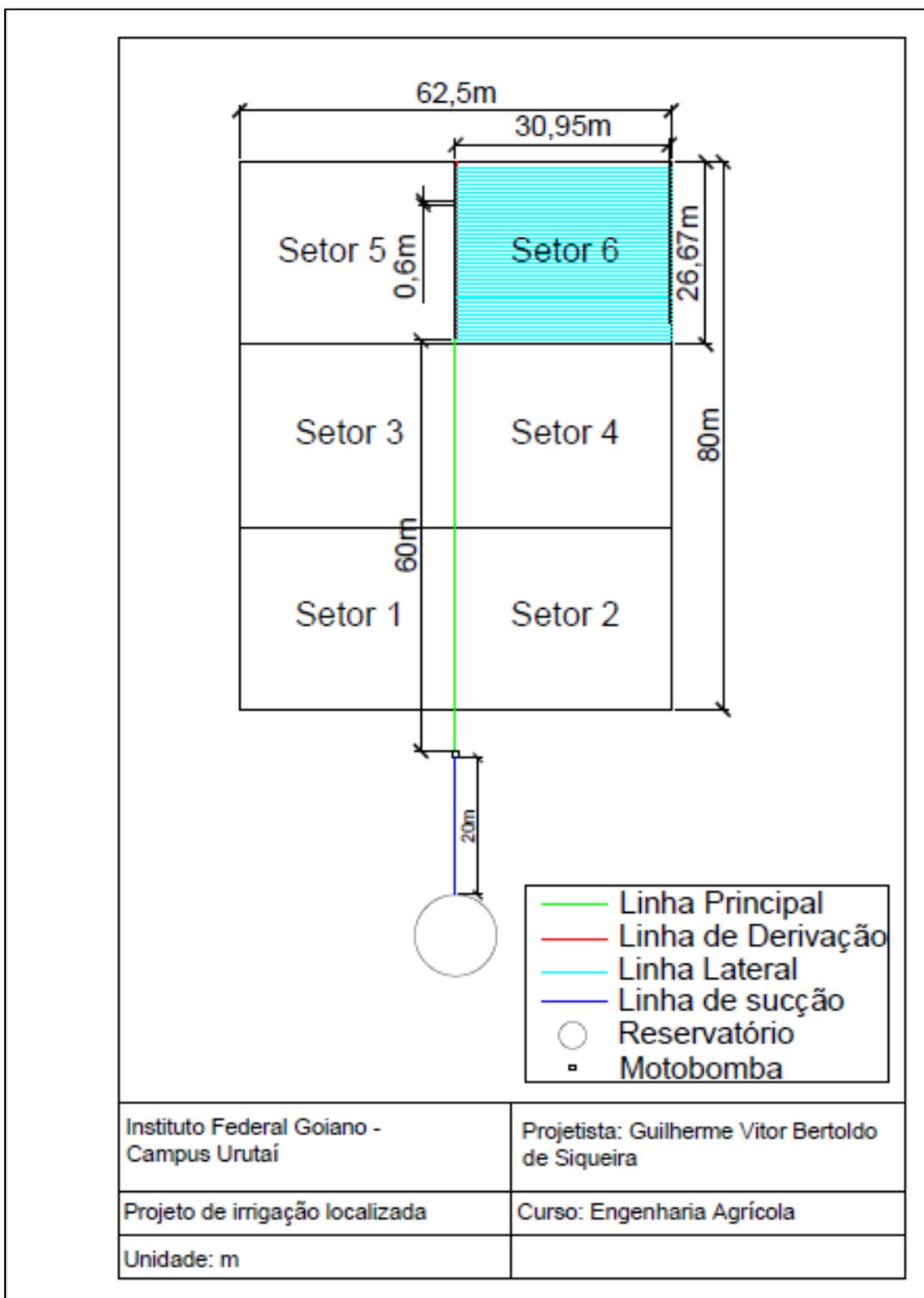
Descrição	Unidade	Quantidade	Unidade (R\$)	Total(R\$)
<b>Linha lateral</b>				
Tube gotejador Typhoom Plus™	Bobina	7	358,00	2506,00
Anel fim de linha	Und.	264	0,66	174,24
Conector de saída para linha lateral	Und.	264	1,50	396,00
<b>Linha de derivação</b>				
Tube PVC 35 mm	Barra	27	47,60	1285,20
Registro de esfera 1 1/2"	Und.	6	38,00	228,00
Joelho de 90° de 35 mm	Und.	6	12,00	72,00
Tampão fim de linha 35 mm	Und.	6	7,00	42,00
Redução 50 mm para 35 mm	Und.	6	4,90	29,40
<b>Linha principal</b>				
Tube PVC 50 mm	Barra	10	62,00	620,00
Registro de esfera 2"	Und.	2	51,00	102,00
Conexão "T" PVC 50 mm	Und.	6	11,90	71,40
<b>Linha de sucção</b>				
Tube PVC 75 mm	Barra	4	126,00	504,00
Válvula de pé com crivo 75 mm	Und.	1	200,00	200,00
Redução 75 mm para 40 mm	Und.	1	6,00	6,00
Ventosa 75 mm	Und.	1	156,00	156,00
<b>Casa de bombas</b>				
Conjunto Motobomba (3 cv)	Und.	1	3500,00	3500,00
Filtro de areia	Und.	1	935,00	935,00
Filtro de disco	Und.	2	165,00	330,00
Hidrômetro	Und.	1	490,00	490,00
Manômetro	Und.	4	180,00	720,00
Reservatório de água	Und.	1	1000,00	1000,00
Válvula de retenção	Und.	1	160,00	160,00
<b>Outros</b>				
Cola para PVC	Und.	10	8,90	189,00
Custo (implantação do projeto)	Und.	1	0,00	0,00
<b>Total (R\$)</b>				<b>12916,24</b>

Cotação realizada em: 15/09/2023

Como a irrigação localizada é uma técnica relativamente nova, seu custo de implantação se torna um pouco elevado, porém, o investimento aplicado nesse sistema para essa área em questão pode ser pago em apenas uma safra. De acordo com a cotação realizado no dia 2 de fevereiro de 2024, pelo ALFACE/CEPEA, a caixa com 18 pés custa

R\$28,33. Desta maneira, nesta área é possível produzir cerca de 40000 pés de alface, tendo um retorno financeiro entre R\$42000,00 e R\$46000,00.

#### 4.7 PLANTA BAIXA HIDRÁULICA DO PROJETO



**Figura 8:** Planta baixa hidráulica do projeto. Fonte: Autor, 2023.

## 5. CONCLUSÃO

Com este trabalho demonstramos a importância de um sistema de irrigação bem projetado para gerar maior eficiência do mesmo, trazendo desta forma maiores retornos econômicos e ambientais para a lavoura. Foi demonstrado que mesmo pequenas áreas podem receber sistemas de irrigação avançados, facilitando o manejo da água de irrigação, produzindo mais durante o ano e assim gerando maiores lucros e economizando tempo em mão-de-obra. Foram apontados também, diversos tipos de sistemas de irrigação, cada um atendendo a uma necessidade hídrica e cultural específica. Além disso, foi desenvolvido um modelo de sistema de irrigação por gotejamento para servir como referência a futuros produtores que desejarem instalar este tipo de sistema em suas propriedades, apesar de ter um elevado custo de implantação, seu investimento pode ser compensado já nas primeiras safras com o sistema em funcionamento, sendo este, uma excelente alternativa para impulsionar a produção da lavoura. Por meio deste trabalho, foi possível aplicar conhecimentos adquiridos nas disciplinas de irrigação, projetos de irrigação, manejo de irrigação, agrometeorologia, topografia e geoprocessamento. Com isso abrangemos de forma ampla as áreas relacionadas ao manejo de água e solo no desenvolvimento de projetos de irrigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDO, Salassier; MANTOVANI, Everardo Chartuni; SILVA, Demetrius David da; SOARES, Antonio Alves. **Manual de Irrigação**. 9. ed. Belo Horizonte: Ufv, 2019. 545 p.

BRAGA, M. B. **Considerações sobre manejo de irrigação em hortaliças**. Embrapa Hortaliças - Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E), 2017.

BRASIL, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **ATLAS IRRIGAÇÃO: Uso da Água na Agricultura Irrigada**. 2020.

CASTRO, Nilza. **Apostila de irrigação (IPH 02 207)**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 56p, 2003.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA) E CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (CNA). PIB do agronegócio brasileiro de 1996 a 2023. Disponível em: < <https://www.hfbrasil.org.br/br/estatistica/folhosas.aspx> > Acesso em: 02 de fevereiro de 2024.

COELHO, Eugênio Ferreira et al. **Sistemas e manejo de irrigação de baixo custo para agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2014.

DE SANTANA, Márcio José; RIBEIRO, Alderico Alves; MANCIN, Celso Aparecido. **Evapotranspiração e coeficientes de cultura para a alface e rúcula cultivadas em Uberaba, MG**. Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal, p. 7-13, 2016.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa L.*) no Brasil (1986 a 2018): área, produção e rendimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020.

GARCIA, J. C. et al. **Fontes de adubação potássica na lixiviação de potássio em Neossolo Quartzarênico**. Revista Eletrônica Thesis, v. 24, p. 76-89, 2015.

HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino. **Manejo da irrigação**. CURSO DE CAPACITAÇÃO EM AGRICULTURA IRRIGADA, v. 1, p. 19-26, 1999.

LIMA JÚNIOR, Joaquim A. de et al. **Efeito da irrigação sobre o rendimento produtivo da alface americana, em cultivo protegido**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, p. 797-803, 2010.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: Princípios e Métodos**. 2ª ed., Viçosa, MG, 2007

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; DA SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008.

MAROUELLI, Waldir Aparecido et al. **Manejo da água de irrigação**. SOUSA, VF; MAROUELLI, WA; COELHO, EF; PINTO, JM, p. 157-232, 2011.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C.; DA SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília DF: EMBRAPA-SP, 1996.

MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. **Seleção de sistemas de irrigação para hortaliças**. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E), 1998.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Global map of irrigation areas version 5**. Roma (Itália), 2020.

PEREIRA, Ana Carolina Bueno; MARUYAMA, Wilson Itamar. **Incentivo à Produção e Controle de Pragas em Hortaliças e Frutas Irrigadas (Programa de Incentivo à Produção de Hortaliças Irrigadas)**. ANAIS DO SEMEX, n. 2, 2009.

PORTELA, DANYLO DA SILVA. **Desempenho da alface (*Lactuca sativa* L.) em diferentes lâminas de irrigação**. 2017.

SEGOVIA, J. F. O. LOPES FILHO, R. P. **Irrigação de hortaliças no Estado do Amapá**. Embrapa Amapá-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2004.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. Campinas, 2011.

WERLE, Rodrigo; GARCIA, Rodrigo Arroyo; ROSOLEM, Ciro Antonio. **Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, n. 6, p. 2297-2305, 2008.